

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-242746  
 (43)Date of publication of application : 07.09.1999

---

(51)Int.Cl. G06T 7/00  
 G01N 21/88  
 G03F 1/08

---

(21)Application number : 10-341320 (71)Applicant : NEC CORP  
 (22)Date of filing : 01.12.1998 (72)Inventor : ISHI TOSHIYUKI

---

(30)Priority  
 Priority number : 09356565 ???Priority date : 25.12.1997 ???Priority country : JP

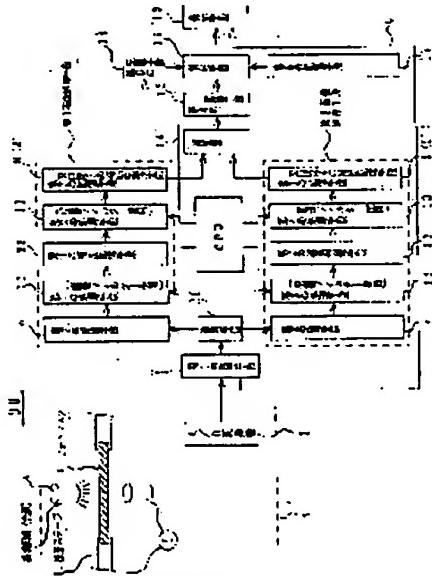
---

## (54) DEVICE FOR DETECTING DEFECT OF IMAGE AND METHOD THEREFOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a quick and highly precise image defect detecting device and method which is not affected by variations of satisfactory products.

**SOLUTION:** This image defect detecting device 30 is constituted of a data converting means 2 which converts an image 1 to be detected into digital image information, first storage means 7 which stores the digital image information, second storage means 8 and third storage means 9 which individually store the digital image information stored in the first storage means 7, first processing means 10 which executes an expansion filter processing to the digital image information stored in the second storage means 8, second processing means 11 which executes a contraction filter processing to the digital image information obtained by the first processing means 10, third processing means 12 which executes the contraction filter processing to the digital image information stored in the third storage means 9, fourth processing means 13 which executes the expansion filter processing to the digital image information obtained by the third processing means 12, and fifth processing means which calculates the differential value of the digital image information obtained by the second processing means 11 and the fourth processing means 13.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.12.1998  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-242746

(43)公開日 平成11年(1999)9月7日

(51)Int.Cl*	識別記号	F I
G 0 6 T 7/00	G 0 6 F 15/62	4 0 5 Z
G 0 1 N 21/88	G 0 1 N 21/88	J
G 0 3 F 1/08	G 0 3 F 1/08	S
G 0 3 F 1/08	G 0 1 N 21/88	6 4 5 A

審査請求 有 請求項の数30 O L (全 19 頁)

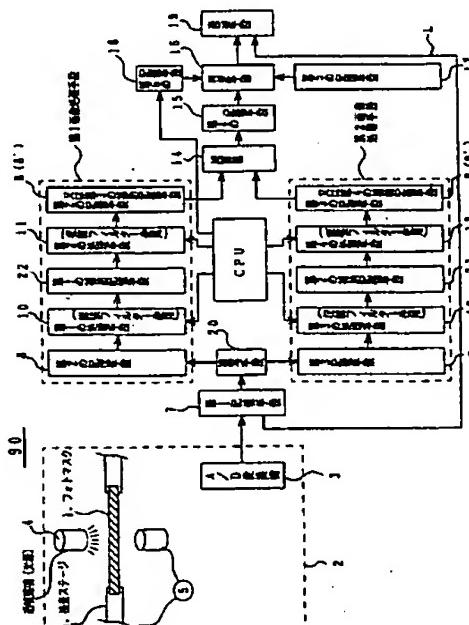
(21)出願番号 特願平10-341320	(71)出願人 000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22)出願日 平成10年(1998)12月1日	(72)発明者 石井 俊行 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(31)優先権主張番号 特願平9-356565	(74)代理人 弁理士 畑 泰之
(32)優先日 平9(1997)12月25日	
(33)優先権主張国 日本 (J P)	

(54)【発明の名称】 画像の欠陥検出装置及びその欠陥検出方法

(57)【要約】

【課題】 良品のバラツキに影響されない高速で且つ高精度な画像の欠陥検出装置及びその欠陥検出方法を提供する。

【解決手段】 被検査画像1をデジタル画像情報に変換するデータ変換手段2、デジタル画像情報を記憶する第1の記憶手段7、第1の記憶手段7に記憶されたデジタル画像情報を個別に記憶する第2の記憶手段8と第3の記憶手段9、第2の記憶手段8に記憶されたデジタル画像情報に、膨張フィルター処理を実行する第1の処理手段10、第1の処理手段10により得られたデジタル画像情報に収縮フィルター処理を実行する第2の処理手段11、第3の記憶手段9に記憶されたデジタル画像情報に、収縮フィルター処理を実行する第3の処理手段12、第3の処理手段12により得られたデジタル画像情報に膨張フィルター処理を実行する第4の処理手段13、第2の処理手段11及び第4の処理手段13により得られたデジタル画像情報の差分値を演算する第5の処理手段とから構成されている画像の欠陥検出装置30。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一つの被検査画像から2個の複製被検査画像を作成する手段と、一方の複製被検査画像に対して、膨張フィルターと収縮フィルターとをこの順に順次適用して画像処理する第1画像処理手段と、他方の複製被検査画像に対して、収縮フィルターと膨張フィルターとをこの順に順次適用して画像処理する第2画像処理手段と、当該第1の画像処理手段と当該第2の画像処理手段のそれから出力される画像情報の差分値からなる画像情報を出力する画像情報出力手段とから構成されている事を特徴とする画像の欠陥検出装置。

【請求項2】 一つの被検査画像から2個の複製被検査画像を作成する手段と、一方の複製被検査画像に対して、膨張フィルターを使用して当該被検査画像を膨張処理した後、当該膨張処理された当該被検査画像に収縮フィルターを使用して当該被検査画像を収縮処理する第1画像処理手段と、他方の複製被検査画像に対して、収縮フィルターを使用して当該被検査画像を収縮処理した後、当該収縮処理された当該被検査画像に膨張フィルターを使用して当該被検査画像を膨張処理する第2画像処理手段と、当該第1と第2の画像処理手段から出力されたそれぞれの画像情報の差分値からなる画像情報を出力する欠陥部表示画像情報出力手段とから構成されている事を特徴とする画像の欠陥検出装置。

【請求項3】 被検査画像をデジタル画像情報に変換するデータ変換手段、当該データ変換手段から出力された当該デジタル画像情報を記憶する第1の記憶手段、当該第1の記憶手段に記憶されたデジタル画像情報を複写して個別に記憶する第2の記憶手段と第3の記憶手段、当該第2の記憶手段に記憶されたデジタル画像情報に、膨張フィルターを使用して当該画像情報を膨張処理する第1の処理を実行する第1の処理手段、当該第1の処理手段の演算結果により得られたデジタル画像情報に収縮フィルターを使用して当該画像情報を収縮処理する第2の処理を実行する第2の処理手段、当該第3の記憶手段に記憶されたデジタル画像情報に、収縮フィルターを使用して第2の処理を実行する第3の処理手段、当該第3の処理手段の演算結果により得られたデジタル画像情報に膨張フィルターを使用して第1の処理を実行する第4の処理手段、当該第2の処理手段及び第4の処理手段の演算結果により得られたそれぞれのデジタル画像情報の差分値を演算する第5の処理手段、当該第5の処理手段の演算結果を格納する第4の記憶手段とから構成されている特徴とする画像の欠陥検出装置。

【請求項4】 当該第4の記憶手段に格納されているデジタル画像情報を所定の基準値と比較して、画像の欠陥部分の存在有無を判断する比較判定手段及び当該比較判定手段の出力を表示する表示手段とが更に設けられている事を特徴とする請求項3記載の画像の欠陥検出装置。

【請求項5】 当該基準値は、第5の記憶手段に記憶さ

れている事を特徴とする請求項4記載の画像の欠陥検出装置。

【請求項6】 当該差分値画像情報は、その差分値の大きさを明るさで表示するものである事を特徴とする請求項3又は4に記載の画像の欠陥検出装置。

【請求項7】 当該差分値画像情報の明るさと、しきい値として予め定められた輝度値とを比較して、当該差分値画像情報の明るさが、該所定の輝度値を超えた場合に、当該画像に欠陥部が存在しているものと判断する事を特徴とする請求項3乃至6の何れかに記載の画像の欠陥検出装置。

【請求項8】 当該データ変換手段はアナログ/デジタル変換手段で構成されている事を特徴とする請求項3乃至7の何れかに記載の画像の欠陥検出装置。

【請求項9】 当該第1の処理手段と当該第2の処理手段との間に、当該第1の処理手段の演算結果であるデジタル画像情報を一時的に格納する第1の補助記憶手段が設けられ、又当該第3の処理手段と当該第4の処理手段との間に、当該第3の処理手段の演算結果であるデジタル画像情報を一時的に格納する第2の補助記憶手段が設けられている事を特徴とする請求項3乃至8の何れかに記載の画像の欠陥検出装置。

【請求項10】 当該第2の処理手段と第5の処理手段との間に第3の補助記憶手段が設けられており、又当該第4の処理手段と第5の処理手段との間に第4の補助記憶手段が設けられている事を特徴とする請求項3乃至8の何れかに記載の画像の欠陥検出装置。

【請求項11】 当該比較判定手段には、使用されているフィルターの種類によっては、被検査画像に於ける欠陥の判断が出来ない画像部位の位置情報を予め記憶したルックアップテーブルが接続されている事を特徴とする請求項3乃至10の何れかに記載の画像の欠陥検出装置。

【請求項12】 当該第1の処理と当該第2の処理は、何れも各処理手段に於て、複数回繰り返される事を特徴とする請求項3乃至10の何れかに記載の画像の欠陥検出装置。

【請求項13】 当該第1の処理と当該第2の処理が、各処理手段に於て繰り返される回数は互いに同一である事を特徴とする請求項12に記載の画像の欠陥検出装置。

【請求項14】 当該第1画像処理手段に於ける膨張フィルターを使用した膨張処理と収縮フィルターを使用した収縮処理とは、この操作手順を組として複数回繰り返され、又当該第2画像処理手段に於ける収縮フィルターを使用した収縮処理と膨張フィルターを使用した膨張処理とは、この操作手順を組として複数回繰り返されるものである事を特徴とする請求項1乃至2に記載の画像の欠陥検出装置。

50 【請求項15】 当該被検査画像は、フォトマスクに配

列された配線パターン或いはセルパターンである事を特徴とする請求項1乃至14の何れかに記載の画像の欠陥検出装置。

【請求項16】 一つの被検査画像から2個の複製被検査画像を作成する工程と、一方の複製被検査画像に対して、膨張フィルターと収縮フィルターとをこの順に順次適用して画像処理する第1画像処理工程と、他方の複製被検査画像に対して、収縮フィルターと膨張フィルターとをこの順に順次適用して画像処理する第2画像処理工程と、当該第1の画像処理工程と当該第2の画像処理工程のそれから出力される画像情報からその差分値を演算し、当該差分値からなる画像情報を出力する工程とから構成されている事を特徴とする画像の欠陥検出方法。

【請求項17】 所定の被検査画像に於ける画像欠陥の有無を判断する欠陥検出方法に於て、当該被検査画像をデジタル処理する事により得られた当該被検査画像のデジタル画像情報から、少なくとも2枚の被検査画像の複製を作成し、一方の複製された当該デジタル画像情報に、膨張フィルターを使用し、当該画像情報を膨張処理する第1の処理と、当該第1の処理を経た画像情報を収縮フィルターを使用し、当該画像情報を収縮処理する第2の処理とをこの順に施して第1の処理情報を得ると共に、当該他方の複製された当該デジタル画像情報に、収縮フィルターを使用した当該第2の処理と膨張フィルターを使用した当該第1の処理とをこの順に施して第2の処理情報を得た後、当該第1と第2の処理情報の差分値を演算し、その結果から当該被検査画像に画像欠陥が存在するか否かを判断する事を特徴とする画像の欠陥検出方法。

【請求項18】 当該第1の処理及び当該第2の処理は、それぞれのステップに於て1回若しくは複数回繰り返されるものである事を特徴とする請求項17に記載の欠陥検出方法。

【請求項19】 当該第1の処理と当該第2の処理が、各処理ステップに於て繰り返される回数は互いに同一である事を特徴とする請求項18に記載の画像の欠陥検出方法。

【請求項20】 当該第1の処理情報取得工程に於ける膨張フィルターを使用した膨張処理と収縮フィルターを使用した収縮処理とは、この操作手順を組として複数回繰り返され、又当該第2の処理情報取得工程に於ける収縮フィルターを使用した収縮処理と膨張フィルターを使用した膨張処理とは、この操作手順を組として複数回繰り返されるものである事を特徴とする請求項17乃至19に記載の画像の欠陥検出方法。

【請求項21】 当該差分値を、予め定められた所定の基準値と比較して、被検査画像に画像欠陥が存在するか否かを判断する事を特徴とする請求項16乃至20の何れかに記載の画像の欠陥検出方法。

【請求項22】 当該被検査画像に画像欠陥が存在するか否かを判断する際に、当該検査に使用されているフィルターの種類によっては、当該画像の欠陥の判断が出来ない画像部位の位置情報がある事を予め記憶した情報を参照する事を特徴とする請求項16乃至21の何れかに記載の画像の欠陥検出方法。

【請求項23】 被検査画像をデジタル画像情報に変換する第1の工程、当該デジタル画像情報を第1の記憶手段に記憶させる第2の工程、当該第1の記憶手段に記憶されたデジタル画像情報を第2の記憶手段と第3の記憶手段にそれぞれ記憶させる第3の工程、当該第2の記憶手段に記憶されたデジタル画像情報に、膨張フィルターを使用して第1の処理を実行する第4の工程、当該第4の工程で得られたデジタル画像情報に収縮フィルターを使用して第2の処理を実行する第5の工程、当該第3の記憶手段に記憶されたデジタル画像情報に、収縮フィルターを使用して第2の処理を実行する第6の工程、当該第6の工程で得られたデジタル画像情報に膨張フィルターを使用して第1の処理を実行する第7の工程、当該第5の工程と第7の工程で得られたそれぞれの処理情報から差分値を演算する第8の工程、当該第8の工程により得られた差分値を第4の記憶手段に記憶させる第9の工程とから構成されている事を特徴とする画像の欠陥検出方法。

【請求項24】 当該第4の工程と第5の工程とを適宜に繰り返す事を特徴とする請求項23記載の欠陥検出方法。

【請求項25】 当該第6の工程と第7の工程とを適宜に繰り返す事を特徴とする請求項23記載の欠陥検出方法。

【請求項26】 当該第4の記憶手段に記憶されている当該差分値を、予め定められた所定の基準値と比較して、被検査画像に画像欠陥が存在するか否かを判断する第10の工程を更に含んでいる事を特徴とする請求項16乃至25のいずれかに記載の欠陥検出方法。

【請求項27】 当該第10の工程に於て、当該検査に使用されているフィルターの種類によっては、当該画像の欠陥の判断が出来ない画像部位の位置情報がある事を予め記憶した情報を参照する第11の工程が更に含まれている事を特徴とする請求項15に記載の画像の欠陥検出方法。

【請求項28】 所定の被検査画像に於ける画像欠陥の有無を判断する欠陥検出方法に於て、被検査画像をデジタル処理する事により得られた当該被検査画像のデジタル画像情報から、少なくとも2枚の複製を作成し、一方の複製された当該デジタル画像情報に、膨張フィルターを使用した第1の処理手段と収縮フィルターを使用した第2の処理手段をこの順に施して第1の処理情報を得ると共に、当該他方の複製された当該デジタル画像情報に、収縮フィルターを使用した第2の処理手段と膨張フ

ィルターを使用した第1の処理手段とをこの順に施して第2の処理情報を得た後、当該第1と第2の処理情報の差分値を演算し、その結果から当該被検査画像に画像欠陥が存在するか否かを判断する各処理をコンピュータに実行させる為のプログラムを記録した記録媒体。

【請求項29】一つの被検査画像から複製被検査画像を作成する手段と、当該複製被検査画像に対して、膨張フィルターと収縮フィルターとをこの順に順次適用するか、収縮フィルターと膨張フィルターとをこの順に順次適用して画像処理するか、当該画像処理を複数回繰り返して画像処理を実行する第1画像処理手段と、当該第1の画像処理手段から出力される画像情報と当該被検査画像との差分値からなる画像情報を出力する画像情報出力手段とから構成されている事を特徴とする画像の欠陥検出装置。

【請求項30】一つの被検査画像を用意する工程と、当該被検査画像から複製被検査画像を作成する工程と、当該複製被検査画像に対して、膨張フィルターと収縮フィルターとをこの順に順次適用して画像処理するか、収縮フィルターと膨張フィルターとをこの順に順次適用して画像処理するか、当該画像処理を複数回繰り返す第1の画像処理工程と、当該第1の画像処理工程から出力される画像情報と当該被検査画像とを比較して、その差分値を演算する差分値演算工程、及び当該差分値からなる画像情報を出力する工程とから構成されている事を特徴とする画像の欠陥検出方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像の欠陥検出装置及びその欠陥検出方法に関するものであり、特に、  
30 フォトマスクパターンの欠陥を検出する欠陥検出装置及びその欠陥検出方法に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】従来より、例えば、半導体製造に使用しているフォトマスク等の検査の場合、画像処理を用いた主な検査方式として実際のパターンの中で異なる位置の同じパターン同士を比較するダイツーダイと実際のパターンと設計データ（通常CADデータ）との比較によるダイツーデータベースの2方式が、例えば特開平8-10  
463号公報或いは特開平8-76359号公報に示されている。

【0003】しかし、現状及び今後のパターンの微細化を考えると上記2検査方式では解決できない問題がある。ダイツーダイでは個々のパターンの寸法が微妙に同一フォトマスク上で異なること、つまり、良品のバラツキが無視できないことが挙げられる。通常、ダイツーダイの場合は同一フォトマスク上で離れた位置に存在しているパターン同士を比較するために、このような良品のバラツキにより発生する疑似欠陥（本来は良品であるのに欠陥と誤認識した欠陥）を押さえるために検査感度を

抑える必要がある。

【0004】また、ダイツーデータベースでは、設計データと実際のパターン画像と比較するために設計データからパターン画像を生成する必要がある。この設計データから生成するパターン画像が実際のパターン画像と極めて一致しないと疑似欠陥が発生してしまう。実際のパターン画像は、上記に示したように同一フォトマスク上でも良品のバラツキが存在している。つまり、あるパターンを参考に設計データから画像を生成しても上記理由により、微妙に一致しない箇所がでてくるのである。

【0005】また、ダイツーダイ及びダイツーデータベースに関わらず画像を採取するまでのプロセスの中でフォトマスクを搬送しているステージ及びセンシングするための光学系要素にかかる振動等の影響により採取した画像自体の再現性も十分とは言えない。更に、現今、パターンの微細化に伴い検出に必要な欠陥の大きさが小さくなり特にミス・サイズに基づく画像欠陥或いは、位置ズレに基づく画像欠陥については、ますます検出が困難になってきている。

10

【0006】その他、係る画像の欠陥検出装置或いは画像の欠陥検出方法に関しては、特開昭59-20037  
2号公報が見られるが、係る公報には、単に画像を処理するに際し変換処理回路を簡略化する為にデジタル画像情報を圧縮する技術に関して記載されているに過ぎず、画像の欠点そのものを検出する方法は開示されていない。

20

【0007】又、特開平2-215118号公報及び特開平5-249656号公報には、マスクの検査装置に関して開示されてはいるが、単に透過光を使用する点が記載されているのみで、画像そのものを拡大及び縮小する様な技術に関しては記載がない。更に、特開平8-7  
6359号公報にはマスクの検査に於て透過光と反射光を併用して使用する点が記載されており、又、特開平8-304997号公報には、画像検査に際し、2個の画像データの内の一つの画像データを拡大及び縮小した各画像データを作成し、そのそれと他方の画像データと比較する方法が開示されているが、いずれも光学系の誤差、振動等の影響による誤差をキャンセルする事が不可能であった。

30

【0008】

【発明が解決しようする課題】本発明の目的は、上記した従来技術の欠点を改良し、同一フォトマスク等を含む画像に於ける画像欠陥を検出する方法に於て、良品のバラツキに影響されない高速で且つ高精度な画像の欠陥検出装置及びその欠陥検出方法を提供するものである。

40

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上記した目的を達成するため、以下に記載されたような技術構成を採用するものである。即ち、本発明に係る第1の態様としては、一つの被検査画像から2個の複製被検査画像を作成

50

する手段と、一方の複製被検査画像に対して、膨張フィルターと収縮フィルターとをこの順に順次適用して画像処理する第1画像処理手段と、他方の複製被検査画像に対して、収縮フィルターと膨張フィルターとをこの順に順次適用して画像処理する第2画像処理手段と、当該第1の画像処理手段と当該第2の画像処理手段のそれから出力される画像情報の差分値からなる画像情報を出力する画像情報出力手段とから構成されている画像の欠陥検出装置であり、又本発明に係る第2の態様としては、被検査画像をデジタル画像情報に変換するデータ変換手段、当該データ変換手段から出力された当該デジタル画像情報を記憶する第1の記憶手段、当該第1の記憶手段に記憶されたデジタル画像情報を複写して個別に記憶する第2の記憶手段と第3の記憶手段、当該第2の記憶手段に記憶されたデジタル画像情報に、膨張フィルターを使用して第1の処理を実行する第1の処理手段、当該第1の処理手段の演算結果により得られたデジタル画像情報に収縮フィルターを使用して第2の処理を実行する第2の処理手段、当該第3の記憶手段に記憶されたデジタル画像情報に、収縮フィルターを使用して第2の処理を実行する第3の処理手段、当該第3の処理手段の演算結果により得られたデジタル画像情報に膨張フィルターを使用して第1の処理を実行する第4の処理手段、当該第2の処理手段及び第4の処理手段の演算結果により得られたそれぞれのデジタル画像情報の差分値を演算する第5の処理手段、当該第5の処理手段の演算結果を格納する第4の記憶手段とから構成されている画像の欠陥検出装置である。

【0010】更に、本発明に係る第3の態様としては、所定の被検査画像に於ける画像欠陥の有無を判断する欠陥検出方法に於て、当該被検査画像をデジタル処理する事により得られた当該被検査画像のデジタル画像情報から、少なくとも2枚の複製を作成し、一方の複製された当該デジタル画像情報に、膨張フィルターを使用した第1の処理手段と収縮フィルターを使用した第2の処理手段をこの順に施して第1の処理情報を得ると共に、当該他方の複製された当該デジタル画像情報に、収縮フィルターを使用した第2の処理手段と膨張フィルターを使用した第1の処理手段とをこの順に施して第2の処理情報を得た後、当該第1と第2の処理情報の差分値を演算し、その結果から当該被検査画像に画像欠陥が存在するか否かを判断する画像の欠陥検出方法である。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明に係る当該画像の欠陥検出装置及び画像の欠陥検出方法は、上記した様な技術構成を有しているので、例えば半導体製造で使用されているフォトマスクを検査する時に疑似欠陥発生の原因となる良品のバラツキによる影響を受けずに高速な検査ができる事である。

【0012】つまり、本発明に於いては、入力された画 50 【0016】又、本発明に係る当該データ変換手段2

像を、2個のメモリにそれぞれ複製（コピー）して、それら2枚の画像に対して相反するフィルタ処理を適当な回数だけ行った後、この2枚の画像から差分画像を作成し、その差分画像の中で欠陥と判定するしきい値以上画素があればそれを欠陥として、取り込んだ原画像の該当部分をモニタ等に表示するものである。

【0013】即ち、本発明に於いては、最終的に比較する2枚画像はもともと同じ画像であることから良品のバラツキとういう問題は無視できる。また、本発明に於いては、同じ入力画像から比較する2枚の画像を作成するので、ダイツーダイヤやダイツーデータベースで行われるような検査直前の比較・参照画像といった異なる2枚の画像を精密に位置合わせ（アライメント処理）する必要はなく、さらに本発明の検査アルゴリズムは単純なフィルタリング処理の組み合わせになっているので従来の検査機よりも高速に検査できることである。

【0014】

【実施例】以下に、本発明に係る画像の欠陥検出装置及び画像の欠陥検出方法の具体例を図面を参照しながら詳細に説明する。即ち、図1は、本発明に係る当該画像の欠陥検出装置30の一具体例の構成を示すブロックダイアグラムであり、図中、被検査画像1をデジタル画像情報に変換するデータ変換手段2、当該データ変換手段2から出力された当該デジタル画像情報を記憶する第1の記憶手段7、当該第1の記憶手段7に記憶されたデジタル画像情報を複写して個別に記憶する第2の記憶手段8と第3の記憶手段9、当該第2の記憶手段8に記憶されたデジタル画像情報に、膨張フィルターを使用して第1の処理を実行する第1の処理手段10、当該第1の処理手段10の演算結果により得られたデジタル画像情報に収縮フィルターを使用して第2の処理を実行する第2の処理手段11、当該第3の記憶手段9に記憶されたデジタル画像情報に、収縮フィルターを使用して第2の処理を実行する第3の処理手段12、当該第3の処理手段12の演算結果により得られたデジタル画像情報に膨張フィルターを使用して第1の処理を実行する第4の処理手段13、当該第2の処理手段11及び第4の処理手段13の演算結果により得られたそれぞれのデジタル画像情報の差分値を演算する第5の処理手段14、当該第5の処理手段14の演算結果を格納する第4の記憶手段15とから構成されている特徴とする画像の欠陥検出装置30が示されている。

【0015】本発明に係る当該画像の欠陥検出装置30は、半導体装置等の製造に使用される所定のパターンを形成したフォトマスクの様なフォトマスクを中心に具体例を説明するが、本発明に係る当該画像の欠陥検出装置30及びその欠陥検出方法は、係る具体例に特定されるものではなく、あらゆる画像の欠陥を検出する為に使用されるものである事は言うまでもない。

【0016】又、本発明に係る当該データ変換手段2

も、具体例の構成に特定されるものではなく、被検査画像1からその形状を検出し、デジタル画像情報に変換し得るものであれば、如何なる構成のものでも使用可能である。つまり、図1に於いては、被検査画像として検査ステージ6に搭載されたフォトマスク1の片側から適宜の光源4により、例えばレーザ光源により、出力された光ビームを当該フォトマスク1を透過させてその透過光を任意の受光素子5により受光する様に構成されたものが示されている。

【0017】本発明に於いては、当該光源4から細いレーザービームを出力し、それを適当に例えば一方法（例えばY方向）に走査すると同時に当該検査ステージを他方の方向（例えばX方向）に移動させる事によって、当該フォトマスク1に配置された全てのパターンを検査する事が出来る。当該受光素子は、当該レーザーと同期して移動する様に構成されていても良い。

【0018】更に、本発明に於いては、当該光源4を当該フォトマスク1全体に同時に照射する様な大きさのものを使用し、当該受光素子5に例えばCCDカメラを使用される様な光受光手段を採用する事も可能である。又、本発明に係る当該データ変換手段2には、例えばアナログ/デジタル変換手段3が設けられている事が望ましい。

【0019】本発明に於いては、当該データ変換手段2により変換されたデジタル画像情報を適宜の構成からなるメモリである第1の記憶手段7に一時的に格納し、その後、適宜の複写手段20を使用して、当該第1の記憶手段7に格納された当該デジタル画像情報を第2の記憶手段8と第3の記憶手段9の双方に複写して格納する。

【0020】更に、本発明に於て使用されるフィルター処理は、膨張フィルター処理と収縮フィルターであり、当該フィルター処理に使用されるフィルターは、図2に例示される様な所謂空間フィルタ21であり、その大きさは、特に限定されないが、例えば図2に示す様に $3 \times 3$ が一般的に使用出来、8近傍方式或いは4近傍方式等、被検査画像の形状、特性等に応じて、任意に使い分ける事が可能である。

【0021】その他、 $5 \times 5$ 或いは $7 \times 7$ の空間フィルタを同様に使用する事が出来る。本発明に於ては、当該デジタル画像情報の情報の内輝度データを取り扱う事が望ましい。又、本発明に於て、例えば、 $3 \times 3$ の画素からなる上記空間フィルタ21を使用して膨張フィルター処理を行う場合には、当該空間フィルタ21の中心の画素P(x, y)を検査画素と定め、当該検査画素に於ける中心の画素データ、つまり自己の画素P(x, y)とその周辺部を構成する8近傍画素と称される8個の画素の画素データを含めて、一番大きな輝度データを持つ画素のデータで当該中心の画素P(x, y)のデータを置き換えるものである。

【0022】つまり、膨張フィルター処理に於いては、

明るいデータを増加させる方向の処理が実行される事になる。一方、収縮フィルター処理に於いては、逆に当該検査画素に於ける中心の画素データ、つまり自己の画素P(x, y)とその周辺部を構成する8近傍画素と称される8個の画素の画素データを含めて、一番小さな輝度データを持つ画素のデータで当該中心の画素P(x, y)のデータを置き換えるものである。

【0023】つまり、収縮フィルター処理に於いては、暗いデータを増加させる方向の処理が実行される事になる。本発明に於いては、当該同一のデジタル画像情報の一方に対して、膨張フィルター処理である第1の処理を実行した後、収縮フィルター処理である第2の処理を実行すると共に、他方の同一のデジタル画像情報に対しては、逆に収縮フィルター処理である第2の処理を先に実行した後に膨張フィルター処理である第1の処理を実行する様にした点が特徴である。

【0024】つまり、本発明に於いては、係る構成を採用する事によって、同一のデジタル画像情報から、欠陥部分を正確に取り出す事が可能になる。本発明に於て、当該2つの同一なデジタル画像情報に対して、当該第1の処理或いは第2の処理を実行する場合に、当該各処理をそれぞれ1回だけ実行する事も出来るが、望ましくは、複数回繰り返す事も好ましい。

【0025】その繰り返し回数は、必ずしも同一である必要はなく、当該第1の処理の繰り返し実行回数と第2の処理の繰り返し実行回数とが異なっても良い。但し、異なるデジタル画像情報に対するそれぞれの処理回数は、互いに一致している事が望ましい。つまり、本発明に於いては、当該一方の検査画素に対して、最低膨張フィルター処理と収縮フィルター処理からなる対の処理、若しくは収縮フィルター処理と膨張フィルター処理からなる対の処理を一回ずつ実行するものであるが、この対の処理を複数回繰り返しても良く、又後述する図3に記載された様に、例えば、膨張フィルター処理を複数回実行した後収縮フィルター処理を複数回実行し、若しくは収縮フィルター処理を複数回実行した後膨張フィルター処理を複数回実行する様に構成されていても良い。

【0026】本発明に於いては、上記した様に、同一のデジタル画像情報に対して反対の処理を個別に実行した後、それぞれの演算処理結果を減算処理する事によって差分値を求める事によって、当該被検査画像1に於ける欠陥部が、明瞭に検出する事が可能となる。当該差分値は当該第4の記憶手段15に格納されるが、その後当該第4の記憶手段に格納されているデジタル画像情報をオペレータが任意に読みだして、所定の基準値或いは経験等と比較して、画像の欠陥部分の存在有無を判断する事も可能であり、又、所定のしきい値を予め格納した記憶手段17から当該基準値を読みだして、当該比較判定手段16で比較判定して、自動的に画像の欠陥部分の存在有無を判断する事も可能である。

【0027】更に、本発明に於いては、必要に応じて適宜の表示手段19を設け、当該検査結果を適宜の型式で表示、報知する事が可能である。尚、図1に於いては、判定手段16の出力情報を表示手段19に出力する例が記載されているが、当該減算手段14の演算結果を格納している第4の記憶手段15の情報を当該表示手段19に出力する様にしても良い事は言うまでもない。

【0028】本発明に於いては、当該第1の処理手段10と当該第2の処理手段11との間に、当該第1の処理手段10の演算結果であるデジタル画像情報を一時的に格納する第1の補助記憶手段22が設けられ、又当該第2の処理を実行する第3の処理手段12と当該第1の処理を実行する第4の処理手段13との間に、当該第3の処理手段12の演算結果であるデジタル画像情報を一時的に格納する第2の補助記憶手段23が設けられている事が望ましい。

【0029】係る構成は、当該膨張フィルター処理或いは収縮フィルター処理をした場合に、新たに形成されるデジタル画像情報は、当該第2若しくは第3の記憶手段8、9に格納されている元のデジタル画像情報とは異なる事から、新たに処理したデジタル画像情報を当該第2若しくは第3の記憶手段8、9に再格納すると、そのデジタル画像情報の内容が異なるので、以後の処理に問題が生ずるので、当該デジタル画像情報の全画素の処理が終了する迄、一時的に予備の記憶手段22、23に格納しておく必要がある為である。

【0030】そして、当該第1と第2の予備の記憶手段22、23に格納されたデジタル画像情報を用いて、次のフィルター処理を行い、その結果は、元の記憶手段である第2若しくは第3の記憶手段8及び9に再格納する事が出来る。つまり、本発明に於ては、図1に示す様に、当該第1の処理手段10と当該第2の処理手段11との間に、当該第1の処理手段10の演算結果であるデジタル画像情報を一時的に格納する第1の補助記憶手段22が設けられ、又当該第3の処理手段12と当該第4の処理手段13との間に、当該第3の処理手段12の演算結果であるデジタル画像情報を一時的に格納する第2の補助記憶手段23が設けられている事が望ましい。

【0031】又、本発明に於いては、当該第2の処理手段11及び第4の処理手段13により演算処理された画像情報を当該第2若しくは第3の記憶手段8、9に再格納する代わりに、当該第2の処理手段11と第5の処理手段14との間に第3の補助記憶手段8'を設けると共に、又当該第4の処理手段13と第5の処理手段14との間に第4の補助記憶手段9'をそれぞれ別途に設ける事も望ましい。

【0032】本発明に於て使用される当該減算手段からなる差分値を演算する第5の処理手段14は、特にその構成を特定するものではなく、従来公知の減算手段を使用する事が出来る。又、本発明に於いては、当該第4の

記憶手段15に格納されている差分値で構成されたデジタル画像情報を所定の基準値と比較して、画像の欠陥部分の存在有無を判断する比較判定手段16及び当該比較判定手段16の出力を表示する表示手段19とが設けられているが、当該基準値は、例えば第5の記憶手段17に記憶されている事が望ましい。

【0033】本発明に於いては、上記した様な差分値の画像を表示する事によって、当該被検査画像に於ける欠陥の存在の有無ばかりではなく、当該欠陥部の存在位置10及びその大きさが把握出来るので、当該被検査画像を後の工程で修正する際に、係る情報を有効に利用することが出来る。又、本発明に於いては、当該差分値画像情報は、その差分値の大きさを明るさで表示する事である事が可能である。

【0034】例えば、当該差分値の大きさを256段階の輝度値表示する事が出来るので、当該差分値の大きさと当該輝度値とを対応させておき、当該輝度値の所定のレベルをしきい値として設定しておく事によって、当該しきい値を超えた差分値画像の部分を欠陥部と認識する事が可能である。又、当該差分値画像を色彩表示する事によって、小さな画像でも容易に認識する事が可能となる。

【0035】本発明に於いては、図1に示す様に、当該表示手段19に当該比較判定手段16からの出力情報をみならず、第1の記憶手段7からの情報を配線しを介して入力するよう構成されているので、当該差分値画像に於ける座標位置を同時に認識する事が出来るので、欠陥部分の位置の確認が容易となる。本発明に於いて使用される、例えば図2に示す様な空間フィルター21を使用する場合には、0度又は90度の直線の多いパターン形状で構成された配線、或いは、セルの形状等の分析に効果を發揮する。

【0036】然しながら、実際のパターン形状は、0度又は90度の直線から構成されるものが圧倒的に多いので、図2に示す様な空間フィルター21を使用する事によって、殆どの配線パターン或いはセル形状を検査する事が可能である。その他、菱形、或いは45度若しくは135度の様な斜線を持つパターンの検出には不適当な場合がある。

【0037】係る場合は、当該空間フィルター21を使用して4近傍方式を採用するか、或いは当該空間フィルター21を構成する各画素の於ける重み付けを調整する必要がある。又、その他の特殊な斜線を持つパターン、例えば22、5度の傾斜線を持つパターンが多い被検査画像に於いては、5×5、若しくはそれ以上のサイズの適当な空間フィルターを採用する必要がある。

【0038】係る空間フィルターを使用する場合でも、各画素の重み付けを調整する必要がある。勿論、当該5×5、若しくはそれ以上のサイズの適当な空間フィルターを、0度又は90度の直線から構成されるパターンか

らなる配線パターン或いはセル形状の検査に使用する事が可能である。

【0039】係る場合には、 $3 \times 3$  の空間フィルターを使用する場合よりも処理時間が少なくて済むと言う利点がある。然しながら、本発明に於ける当該フィルター処理に於いては、使用する空間フィルタの特性と被検査画像の形状との関係で旨く機能しない場合がある。係る場合には、特定の空間フィルタを使用して、特定の検出方式を使用する場合には、予め当該フィルター処理では、検出しえないパターンを有する部分を検出しておき、所定の記憶手段18にその位置情報を格納しておき、当該位置情報のアドレスを検出した場合には、当該フィルター処理を実行しない様に設定しておくとか、減算処理後のデータ表示、或いは判定操作から除外する様にする事が望ましい。

【0040】つまり、本発明に於いては、当該比較判定手段16には、使用されているフィルターの種類によつては、欠陥の判断が出来ない画像部位の位置情報を予め記憶したルックアップテーブル18が接続されている事も望ましい。具体的には、先ず、0度又は90度の直線から構成されるパターンと45度若しくは135度の様な斜線を持つパターンとが混合されたパターンをCAD等で作成する。

【0041】係るCADによる画像情報は、欠陥部は存在しない。次いで、係るCADによる画像情報に対して、例えば図2に示す様な空間フィルターで、全ての画素の重み付けを一定とした空間フィルター21を使用して、当該膨張処理或いは収縮処理を実行すると、45度若しくは135度パターンの位置では、異常な反応が示されるので、係る異常反応が発生した部分は、0度又は90度系のパターンでは無い事が理解されるので、当該位置を予め記憶手段18或いはCPU内に設けられた適宜の記憶手段に記憶させておき、実際の膨張処理及び収縮処理を実行する際には、当該位置にはマスクをかけて、当該処理を実行しない様に構成する事が望ましい。

【0042】つまり、本発明に於いては、フォトマスクの検査では、微小な振動の影響で画像が歪んでしまったりまた、同一フォトマスクの同一設計値パターンでも実際のパターンは必ずしも全く同じ大きさ及び形状ではなく、又これらの影響により、高密度・微細化していくフォトマスクの微小欠陥検出は困難となつてきていると言う問題を解決するために、1枚の画像から2枚の異なる性質の画像を作ることにしたものである。

【0043】即ち、例えば膨張フィルタにより凹欠陥を修正して、もう一方では凹欠陥をさらに強調する収縮フィルタをかける。このような処理を適当な回数行った後に逆のフィルタ処理を同数分だけ行って画像サイズを元に戻す。つまり、膨張フィルタを2回かけたら2回収縮フィルタをかけるのである。1枚の画像について膨張フィルタから収縮フィルタという組み合わせと収縮フィル

タから膨張フィルタという組み合わせを行うことにより凹欠陥も凸欠陥もドットやビンホール欠陥も検出できるようになる。

【0044】これらのフィルタ処理は欠陥部分のみが変化するもので良品は良品のままで維持されるので、上記のような微小振動による微小な歪みや良品のバラツキには影響されないで微小な欠陥を検出できる。また、上記フィルタ処理前に検査対象領域のエッジを角度グループ別に分類しなければならない場合もある。このときは、分類された角度グループに有効なフィルタ処理をする必要がある。

【0045】従来のフォトマスクの欠陥検査では、実際にフォトマスクから採取した画像と比較するために同一フォトマスクの別位置にある同一パターン画像や設計データから生成した画像を使用していた。つまり、必ず予め比較・参照用の2枚の画像を用意しておく必要があり、これにより発生する誤差のために微小欠陥の検出が困難になっていた。

【0046】しかし、本発明は実際のフォトマスクから採取した1枚の画像からフィルタ処理によって比較・参照用の2枚の画像を作成しているので、今まで微小欠陥の検出を妨げていた誤差要因が無くなつた。しかも比較・参照の2枚の画像はもともと同じ画像なので単純に比較するだけよい。1枚の画像から比較・参照の2枚の画像を作るプロセスに使用するフィルタ処理や、その前に必要に応じて行うエッジの角度検出処理及び比較・参照画像の差分画像を求める処理は単純な演算なので高速処理できる。

【0047】つまり、本発明に係る当該欠陥検出方法に於いては、図4に示す様に、被検査画像1に画像欠陥部Kが存在している場合、先ず図4(A)の(1)に於て、当該被検査画像1に第1の処理手段である膨張フィルタを使用して当該デジタル画像情報を膨張させると図4(A)の(2)に示す様に、当該欠陥部Kはかなり消滅した状態に変形され、その後第2の処理手段である収縮フィルタを使用して当該図4(A)の(2)に示すデジタル画像情報を収縮処理すると図4(A)の(3)に示す様に、僅かに境界部が変形した状態を示す様になる。

【0048】一方、先ず図4(B)の(1)に於て、図4(A)の(1)と同様の欠陥部Kを有するデジタル画像情報1に、第2の処理手段である収縮フィルタを使用してデジタル画像情報を収縮処理すると図4(B)の(2)に示す様に、当該欠陥部Kは、大きくなる。その後図4(B)の(2)に示す当該デジタル画像情報に第1の処理手段である膨張フィルタを使用して当該デジタル画像情報を膨張させると図4(B)の(3)に示す様に、当該欠陥部Kは図4(B)の(2)より小さくなる。

【0049】従って、両者の差分値をとれば、当該画像

の欠陥部分の存在を発見する事が可能となる。更に、本発明に於いては、デジタル画像を検出する際に、デジタル画像情報についてエッジの角度検出を行い、どのエッジが何度の傾きを持ったエッジなのかを別メモリに保存しておく必要がある。このエッジの角度検出には既知であるフィルタを利用してもよい。

【0050】以下のフィルタ処理は上記エッジ角度検出により分類された角度毎に行う必要がある場合もある。例えば、エッジを適当な大きさのエッジ検出フィルタで0、90、180、270度と45、135、225、315度等の各グループに分類して、上記したようなフィルタ処理を、そのグループ毎に有効なフィルタを行って行うこともある。

【0051】以下に本発明に係る当該画像の欠陥検出装置30の構成とその作動について更に図3を参照しながら詳細に説明する。例えば検査ステージ6にセットされたフォトマスク1を位置決めする。次に、照明4をフォトマスク上面から照射してその透過光を受光素子5にて受光しA/D変換器3によりデジタル画像データに変換する。

【0052】このとき、検査ステージは採取している画像があれ程に制御され次の検査位置に移動しているものとする。これにより採取した画像(8bit、グレースケール)を第1のメモリ7に格納する。また、格納された画像を図3(A)に示す様に、更に第2の記憶手段8と第3の記憶手段9にコピーしておく。

【0053】第2の記憶手段8にコピーされたデジタル画像情報を第1の処理手段10を用いて膨張フィルタ処理により処理し、当該膨張処理されたデジタル画像情報を、第1の補助記憶手段22に格納する。当該第1の補助記憶手段22に格納されたデジタル画像情報を当該第1の処理手段10で膨張フィルタ処理により再度膨張させそのデジタル画像情報を第2の記憶手段8に上書きする。

【0054】当該第2の記憶手段8に格納されたデジタル画像情報を第2の処理手段11で収縮フィルタ処理する事により収縮されたデジタル画像情報を作成して当該第1の補助記憶手段22に上書きする。次いで、当該第1の補助記憶手段22に格納されたデジタル画像情報を、第2の処理手段11で再度収縮フィルタ処理により収縮処理し、当該収縮処理されたデジタル画像情報を第2の記憶手段8に上書きする。

【0055】本具体例に於いては、当該最後の記憶手段は、該第2の記憶手段8とは別の記憶手段、例えば上記した第3の補助記憶手段8'を使用する事も可能である。本具体例に於いては、これと並列に以下の処理も行う。つまり、図3(B)に示す様に、第3の記憶手段9にコピーされたデジタル画像情報を第3の処理手段12により収縮フィルタを使用して収縮処理により収縮されたデジタル画像情報を第2の補助記憶手段23に格納す

る。

【0056】当該第2の補助記憶手段23に格納されたデジタル画像情報を、再度第3の処理手段12を使用して収縮フィルタ処理により再度収縮させ、そのデジタル画像情報を第3の記憶手段9に上書きする。当該第3の記憶手段9に格納されたデジタル画像情報を次いで、第4の処理手段13によって膨張フィルタ処理する事により膨張されたデジタル画像情報を、第2の補助予備の記憶手段23に上書きする。

【0057】次いで、当該第2の補助予備の記憶手段23に格納されたデジタル画像情報を、再度第4の処理手段13により膨張フィルタ処理で膨張処理されたデジタル画像情報を第3の記憶手段9に上書きする。本具体例に於いては、当該最後の記憶手段は、該第3の記憶手段9とは別の記憶手段、例えば上記した第4の補助記憶手段9'を使用する事も可能である。

【0058】その後、第2の記憶手段8のデジタル画像情報と第3の記憶手段9のデジタル画像情報の差分デジタル画像情報を減算手段14で作成する。これにより得られた差分デジタル画像情報の輝度値を、予め設定されていた欠陥と判定されるしきい値と比較する。欠陥と判定された部分はメモリ1の欠陥該当部分をモニタ等により表示する。

【0059】本発明に於て、画質が良くない場合は上記フィルタ処理時に必要な範囲でノイズ除去も行うこともある。次に本発明に係る画像の欠陥検出方法を構成を説明する。上記した様に、本発明に係る第2の態様としての画像の欠陥検出方法は、例えば、所定の被検査画像に於ける画像欠陥の有無を判断する欠陥検出方法に於て、当該被検査画像をデジタル処理する事により得られた当該被検査画像のデジタル画像情報から、少なくとも2枚の複製を作成し、一方の複製された当該デジタル画像情報に、膨張フィルターを使用した第1の処理手段と収縮

【0060】本発明に係る欠陥検出方法に於いては、当該第1の処理及び当該第2の処理は、1回若しくは複数回繰り返される事が望ましい。又、本発明に於いては、当該差分値を、予め定められた所定の基準値と比較して、被検査画像に画像欠陥が存在するか否かを判断する事が望ましい。又、本発明に係る当該欠陥検出方法に於いては、当該被検査画像に画像欠陥が存在するか否かを判断する際に、当該検査に使用されているフィルターの種類によっては、当該画像の欠陥の判断が出来ない画像

部位の位置情報がある事を予め記憶した情報を参照する事も望ましい。

〔0061〕此處で、本発明に於けるフィルターの選択に伴うデータ処理方法の一具体例と差分値を適宜の基準値と比較する工程の一具体例を図10のフローチャートを参照して説明する。即ち、先ずスタート後、ステップ(S1)に於いて被検査画像を選択し、ステップ(S2)に於いて、当該被検査画像に適したフィルタの選択を行い、当該選択されたフィルターで処理するには不適切な画素位置、つまり画像の欠陥部を識別出来ない画素位置、を予め決定してその位置情報を例えば図1に於ける第6の記憶手段18に記憶しておく。

〔0062〕次いでステップ(S3)に進み当該被検査画像情報から複写画像情報を作成しステップ(S4)で、上記した様な膨張／収縮フィルター処理が実行される。その後、ステップ(S5)で当該膨張／収縮フィルター処理された2種の画像情報から演算手段14に於いて差分値を演算し、その結果をステップ(S6)に於いて第4の記憶手段15に格納する。

〔0063〕続いて、ステップ(S7)に於いて、図1に於ける判定手段16に於いて、当該第4の記憶手段15に格納された差分値データを順次画素位置毎に読み出し、ステップ(S8)に於いて、それぞれ順次に読み出された個々の差分値データの画素位置が、先に記憶してある除外すべき画素位置に該当するか否かが判断され、読み出された差分値データの位置データ( $X_i, Y_i$ で $i = n, j = m$ )が、当該除外すべき画素位置に該当する場合は、ステップ(S9)に於いてその後の処理工程から除外される。

〔0064〕又、当該読み出された差分値データの位置データが、当該除外すべき画素位置に該当しない場合は、ステップ(S10)に於いて当該差分値データは保持される。次いで、ステップ(S11)に於いて、当該読み出された被検査画像の差分値データは、最後のものか否かが判断され、NOであれば、ステップ(S12)に移り、次の差分値データを選択してその位置データを1だけ歩進させ( $X_i, Y_i$ で $i = n+1, j = m+1$ )、ステップ(S8)に戻り上記の操作が繰り返される。

〔0065〕そして、ステップ(S11)で当該差分値データが最後の位置データである場合には、ステップ(S13)に於いて、保持された全差分値データを輝度データに変換し、場合によってはステップ(S14)に於いて当該表示手段19でその結果を表示し、ステップ(S15)に於いて第5の記憶手段17に格納されている予めしきい値として定められた基準値と比較し、ステップ(S16)に於いて、当該差分値から得られた輝度データが、当該輝度データの基準値より小さい場合には、ステップ(S17)に於いて当該被検査画像には欠陥部が存在しないものと判断しエンドとなるが、ステッ

プ(S16)に於いて、当該差分値から得られた輝度データが、当該輝度データの基準値より大きい場合には、ステップ(S18)に於いて、当該被検査画像には欠陥部が存在すると判断され、ステップ(S19)に於いて当該差分値データを位置情報と共に表示手段19に表示してエンドとなる。

〔0066〕本発明に係る当該画像の欠陥検出方法を他の様にして示すならば、被検査画像をデジタル画像情報に変換する第1の工程、当該デジタル画像情報を第1の記憶手段に記憶させる第2の工程、当該第1の記憶手段に記憶されたデジタル画像情報を第2の記憶手段と第3の記憶手段にそれぞれ記憶させる第3の工程、当該第2の記憶手段に記憶されたデジタル画像情報に、膨張フィルターを使用して第1の処理を実行する第4の工程、当該第4の工程で得られたデジタル画像情報に収縮フィルターを使用して第2の処理を実行する第5の工程、当該第3の記憶手段に記憶されたデジタル画像情報に、収縮フィルターを使用して第2の処理を実行する第6の工程、当該第6の工程で得られたデジタル画像情報に膨張フィルターを使用して第1の処理を実行する第7の工程、当該第5の工程と第7の工程で得られたそれとの処理情報から差分値を演算する第8の工程、当該第8の工程により得られた差分値を第4の記憶手段に記憶させる第9の工程とから構成されている画像の欠陥検出方法である。

〔0067〕上記に於て、当該第4の工程と第5の工程とを適宜に繰り返す事も望ましく、又、当該第6の工程と第7の工程とを適宜に繰り返す事も望ましい。本発明に於いては、当該差分値を、予め定められた所定の基準値と比較して、被検査画像に画像欠陥が存在するか否かを判断する第10の工程を更に含んでいる事が好ましい。

〔0068〕又、本発明に於いては、当該第10の工程に於て、当該検査に使用されているフィルターの種類によっては、当該画像の欠陥の判断が出来ない画像部位の位置情報がある事を予め記憶した情報を参照する第11の工程が更に含まれている事も望ましい。本発明に於ける、当該膨張フィルターを使用した第1の処理と当該収縮フィルターを使用した第2の処理との繰り返し回数は、特に限定されるものでは無いが、被検査画像に於けるパターンの大きさ、間隔等によって制限される場合があり、特に収縮処理する場合に、処理した結果、隣接するパターン同志が接触するか重複する部分が発生する場合には、以後の処理が困難となるので、係る観点から、当該各処理の繰り返し回数は制限を受ける事になる。

〔0069〕又、本発明に於て使用される空間フィルターの選択基準としては特に限定されるものではないが、好ましくは、被検査画像に於ける配線パターン或いはセルの形状、大きさ、それらの相互の間隔、構成パターンの角度(0度/90度系のパターンが多いか、45度/

135度系のパターンが多いか、或いは22.5度系パターン等のそれ以外のパターンか)等の情報から適切な空間フィルターを選択する事が可能である。

【0070】又、同時に、当該選択された空間フィルターの各画素部分に於ける重み付けの分布、上記した繰り返し回数等も当然選択要素に組み入れられるものである。従って、好ましくは、多数のシミュレーション結果に基づいて、所定のパターンと使用すべき空間フィルターとの関係を規定したルックアップテーブルを用意しておく事によって、当該空間フィルターの選択を容易に且つ自動化する事が可能となる。

【0071】次に、本発明に係る当該画像の欠陥検出方法を別の態様について説明する。即ち、本具体例においては、現今、パターンの微細化に伴い検出に必要な欠陥の大きさがますます小さくなり、例えばミス・サイズによる欠陥、或いは位置ズレに基づく欠陥については、その検出が格段に困難になってきている。例えば、図5に示す様なCADを使用して作成した複数個の正常なセル形状を有するパターンを得たい場合に、例えば、図6に示す様に当該パターンに於ける中央部にある4つのセルが周囲のパターンよりも大きい場合には、従来の画像の欠陥検出方法に於いては検出する事が難しい状態であった。

【0072】然しながら、本発明に係る当該画像の欠陥検出方法を使用する事によって、係る画像の欠陥を効率的に且つ正確に検出する事が可能である。つまり、図6に示されている欠陥部を有する画像でデータに先ず図2に示す様な空間フィルターである膨張フィルタを使用して、上記した様な第1の処理を実行し、図7(A)に示す様な画像データを得たのち、前記したと同様な収縮フィルタを使用して第2の処理を実行する事によって、図7(B)に示す様な画像データが得られる事になる。

【0073】一方、図6に示されている同一の欠陥部を有する同一の画像でデータに先ず、前記したと同様な収縮フィルタを使用して第2の処理を実行する事によって、図8(A)に示す様な画像データを得たのち、前記したと同様な膨張フィルタを使用して、第1の処理を実行する事によって、図8(B)に示す様な画像データが得られる事になる。

【0074】本具体例に於いては、当該画像データに、先に膨張フィルタをかけることでサイズが大きい欠陥が周囲のパターンと連結てしまい、従って、後に収縮フィルタをかけても連結された部分はもとの形状には戻らない。一方、当該欠陥部分を有する画像データに先に収縮フィルターで処理を行うと当該連結部の形状は、その後に膨張処理を実行しても消える事はなく、従って、図7(B)と図8(B)の画像データの差分値を演算する事によって、図9に示す様な画像に於ける欠陥部位置が表示される事になる。

【0075】本発明に於いては、係るミス・サイズ系の

画像欠陥のみならず、位置ズレに基づく画像欠陥も容易に検出出来ると言う効果がある。次に、本発明に係る画像の欠陥検出装置並びに画像の欠陥検出方法の他の具体例に付いて、図11を参照しながら詳細に説明する。即ち、本具体例としては、上記具体例が、一つの被検査画像を複写してそれぞれの複写された被検査画像に対して、膨張フィルター処理/収縮フィルター処理/膨張フィルター処理を施した画像データと収縮フィルター処理/膨張フィルター処理を施した画像データとを作成し、その両者の差分値を演算する事を基本的な技術思想としていたが、本具体例に於いては、元の被検査画像に対して膨張フィルター処理/収縮フィルター処理若しくは収縮フィルター処理/膨張フィルター処理の何れかを施した画像データと当該オリジナルの被検査画像とを比較してその差分値を演算する様にしたものである。

【0076】具体的には、一つの被検査画像から複数被検査画像を作成する手段と、当該複数被検査画像に対して、膨張フィルターと収縮フィルターとをこの順に順次適用するか、収縮フィルターと膨張フィルターとをこの順に順次適用して画像処理するか、当該画像処理を複数回繰り返して画像処理を実行する第1画像処理手段と、当該第1の画像処理手段から出力される画像情報を当該被検査画像との差分値からなる画像情報を出力する画像情報出力手段とから構成されている画像の欠陥検出装置であり、又、一つの被検査画像を用意する工程と、当該被検査画像から複数被検査画像を作成する工程と、当該複数被検査画像に対して、膨張フィルターと収縮フィルターとをこの順に順次適用して画像処理するか、収縮フィルターと膨張フィルターとをこの順に順次適用して画像処理するか、当該画像処理を複数回繰り返す第1の画像処理工程と、当該第1の画像処理工程から出力される画像情報を当該被検査画像とを比較して、その差分値を演算する差分値演算工程、及び当該差分値からなる画像情報を出力する工程とから構成されている画像の欠陥検出方法である。

【0077】即ち、本具体例に於いては、第1の記憶手段7に記憶された当該被検査画像のオリジナル画像データを複写手段20で複写した後、当該複写された画像データに対して、図1に於いて説明した第1の画像処理手

段Aと同一の画像処理を行い、その結果を当該第1の記憶手段7に記憶された当該被検査画像のオリジナル画像データと比較して当該演算手段14に於いて差分値データを演算して求めるものであり、その後のデータ処理は、図1に示され、上記具体例に於いて説明した処理と同様の処理が実行される。

【0078】従って、図4に於けるオリジナルな被検査画像の画像データ(1)と当該第1の画像処理手段Aで処理された画像データ(3)とが比較され、その差分値が演算される事になる。同様に、第1の記憶手段7に記憶された当該被検査画像のオリジナル画像データを複写

手段20で複写した後、当該複写された画像データに対して、図1に於いて説明した第2の画像処理手段Bと同一の画像処理を行い、その結果を当該第1の記憶手段7に記憶された当該被検査画像のオリジナル画像データと比較して当該演算手段14に於いて差分値データを演算して求めるものであり、その後のデータ処理は、図1に示され、上記具体例に於いて説明した処理と同様の処理が実行される。

〔0079〕従って、図4に於けるオリジナルな被検査画像の画像データ(1)と当該第2の画像処理手段Bで処理された画像データ(3)とが比較され、その差分値が演算される事になる。係る方法によって得られた差分値データは、上記具体例の場合とそれ程大きな違いはなく、充分実用性を持っている事が判明した。

〔0080〕更に、本発明に係る当該画像の欠陥検出方法の更に他の態様としては、所定の被検査画像に於ける画像欠陥の有無を判断する欠陥検出方法に関し、被検査画像をデジタル処理する事により得られた当該被検査画像のデジタル画像情報から、少なくとも2枚の複製を作成し、一方の複製された当該デジタル画像情報を、膨張フィルターを使用した第1の処理手段と収縮フィルターを使用した第2の処理手段をこの順に施して第1の処理情報を得ると共に、当該他方の複製された当該デジタル画像情報に、収縮フィルターを使用した第2の処理手段と膨張フィルターを使用した第1の処理手段とをこの順に施して第2の処理情報を得た後、当該第1と第2の処理情報の差分値を演算し、その結果から当該被検査画像に画像欠陥が存在するか否かを判断する各処理をコンピュータに実行させる為のプログラムを記録した記録媒体である。

〔0081〕

〔発明の効果〕本発明の効果は、例えば半導体製造で使用されているフォトマスクを検査する時に疑似欠陥発生の原因となる良品のバラツキによる影響を受けずに高速な検査ができる事である。本発明は、上記した様に、入力されたデジタル画像情報を2メモリにそれぞれ複製(コピー)してそれら2枚のデジタル画像情報に対して相反するフィルタ処理を適当な回数だけ行った後、この2枚のデジタル画像情報から差分デジタル画像情報を作成し、その差分デジタル画像情報の中で欠陥と判定するしきい値以上画素があればそれを欠陥として、取り込んだ原デジタル画像情報の該当部分をモニタ等に表示する。

〔0082〕つまり、本発明で最終的に比較する2枚デジタル画像情報はもともと同じデジタル画像情報であることから良品のバラツキとういう問題は無視できる。また、本発明は同じ入力デジタル画像情報から比較する2枚のデジタル画像情報を作成するので、ダイツーダイやダイツーデータベースで行われるような検査直前の比較・参照デジタル画像情報といった異なる2枚のデジタル

画像情報を精密に位置合わせ(アライメント処理)するは必要なく、さらに本発明の検査アルゴリズムは単純なフィルタリング処理の組み合わせになっているので従来の検査機よりも高速に微小な欠陥を検出できることである。

#### 【図面の簡単な説明】

〔図1〕図1は、本発明に係る画像の欠陥検出装置の一具体例の構成を示すブロックダイアグラムである。

〔図2〕図2は、本発明に係る画像の欠陥検出装置に使用される空間フィルタの具体例を示す図である。

〔図3〕図3は、本発明に係る画像の欠陥検出方法に於ける操作手順の一具体例を示すフローチャートである。

〔図4〕図4は、本発明に係る画像の欠陥検出方法に於ける画像欠陥部の変化の一例を示す図である。

〔図5〕図5は、本発明に係る画像の欠陥検出方法の更に別の具体例に於て使用される正常な形状のCADパターンの構成例を示す図である。

〔図6〕図6は、図5に於けるCADパターンから製造された欠陥部を有する画像のパターン形状の構成例を示す図である。

〔図7〕図7は、本発明に係る画像の欠陥検出方法に於ける更に別の具体例に於ける操作結果を示す図であり、図7(A)は、図6の画像パターンに第1の処理を行った場合に得られるパターンであり、図7(B)は、図7(A)の画像パターンに第2の処理を行った場合に得られるパターンである。

〔図8〕図8は、本発明に係る画像の欠陥検出方法に於ける更に別の具体例に於ける操作結果を示す図であり、図8(A)は、図6の画像パターンに第2の処理を行った場合に得られるパターンであり、図8(B)は、図8(A)の画像パターンに第1の処理を行った場合に得られるパターンである。

〔図9〕図9は、本発明に係る画像の欠陥検出方法に於ける更に別の具体例に於ける操作結果を示す図であって、図7(B)と図8(B)との差分値をとって形成されたパターン図である。

〔図10〕図10は、本発明に係る画像の欠陥検出方法の一具体例に於ける操作手順を説明するフローチャートである。

〔図11〕図11は、本発明に係る画像の欠陥検出方法の他の具体例の方法を実行する画像の欠陥検出装置の一例を説明するブロックダイアグラムである。

#### 【符号の説明】

1…被検査画像

2…データ変換手段

3…A/D変換器

4…光源

5…受光素子

6…検査ステージ

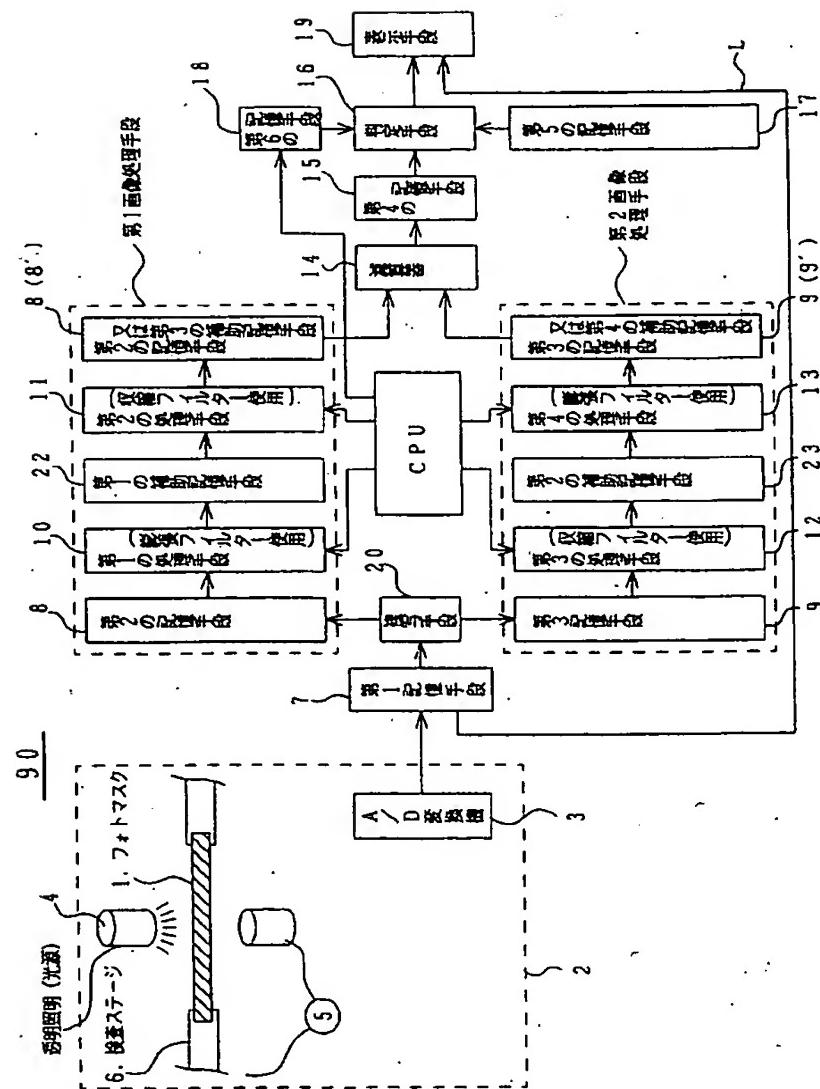
50 7…第1の記憶手段

- 8 … 第2の記憶手段
- 8' … 第3の補助記憶手段
- 9 … 第3の記憶手段
- 9' … 第4の補助記憶手段
- 10 … 第1の処理手段
- 11 … 第2の処理手段
- 12 … 第3の処理手段
- 13 … 第4の処理手段
- 14 … 差分値演算手段
- 15 … 第4の記憶手段

- \* 16 … 比較判定手段
- 17 … しきい値記憶手段、第5の記憶手段
- 18 … 画像欠陥判定不可能位置記憶手段
- 19 … 表示手段
- 20 … 複写手段
- 21 … 空間フィルタ
- 22 … 第1の補助記憶手段
- 23 … 第2の補助記憶手段
- 30 … 画像の欠陥検出装置

\*10

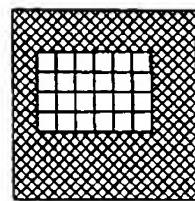
【図1】



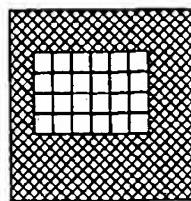
【図2】

$P(x-1, y-1)$	$P(x, y-1)$	$P(x+1, y-1)$
$P(x-1, y)$	$P(x, y)$	$P(x+1, y)$
$P(x-1, y+1)$	$P(x, y+1)$	$P(x+1, y+1)$

【図5】



【図6】

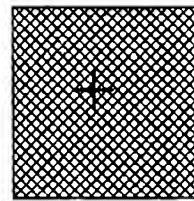
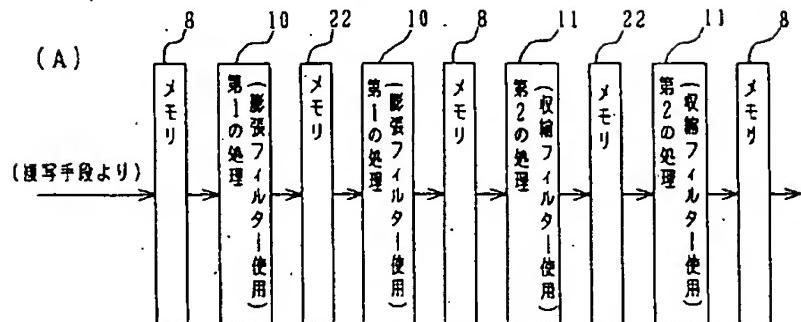


$P(x+1, y+1) \text{ の値} \geq P(x-1, y-1)$   
 $\Rightarrow P(x+1, y+1) = \max \{P(x-1, y-1), P(x, y-1), P(x+1, y-1)\}$   
 $P(x+1, y+1) \leq P(x, y)$   
 $\Rightarrow P(x+1, y+1) = \min \{P(x-1, y-1), P(x, y-1), P(x+1, y-1)\}$

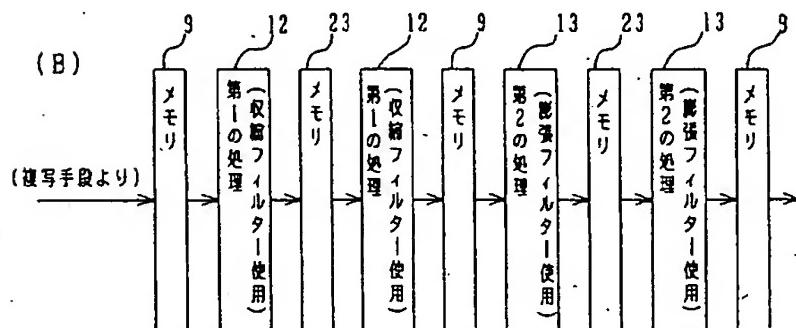
【図9】

【図3】

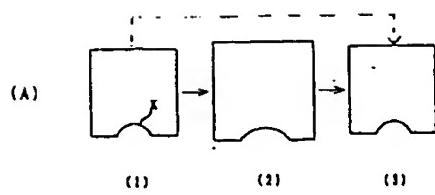
(第1画像処理手段)



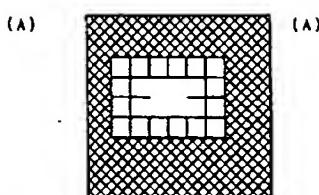
(第2画像処理手段)



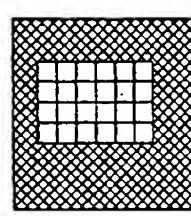
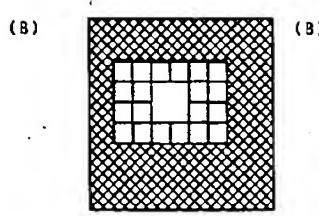
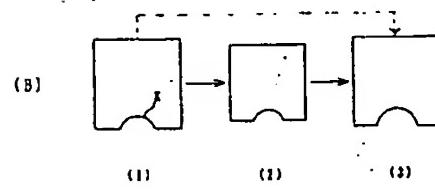
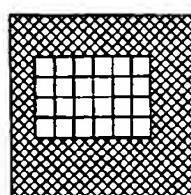
【図4】



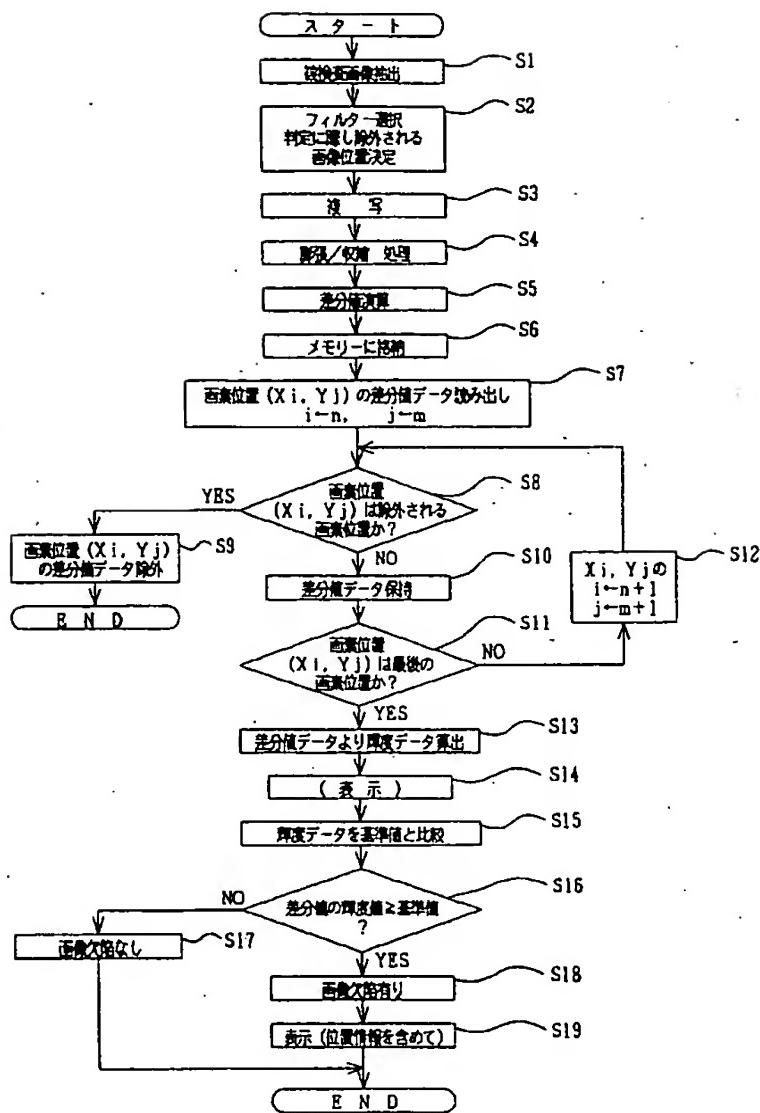
【図7】



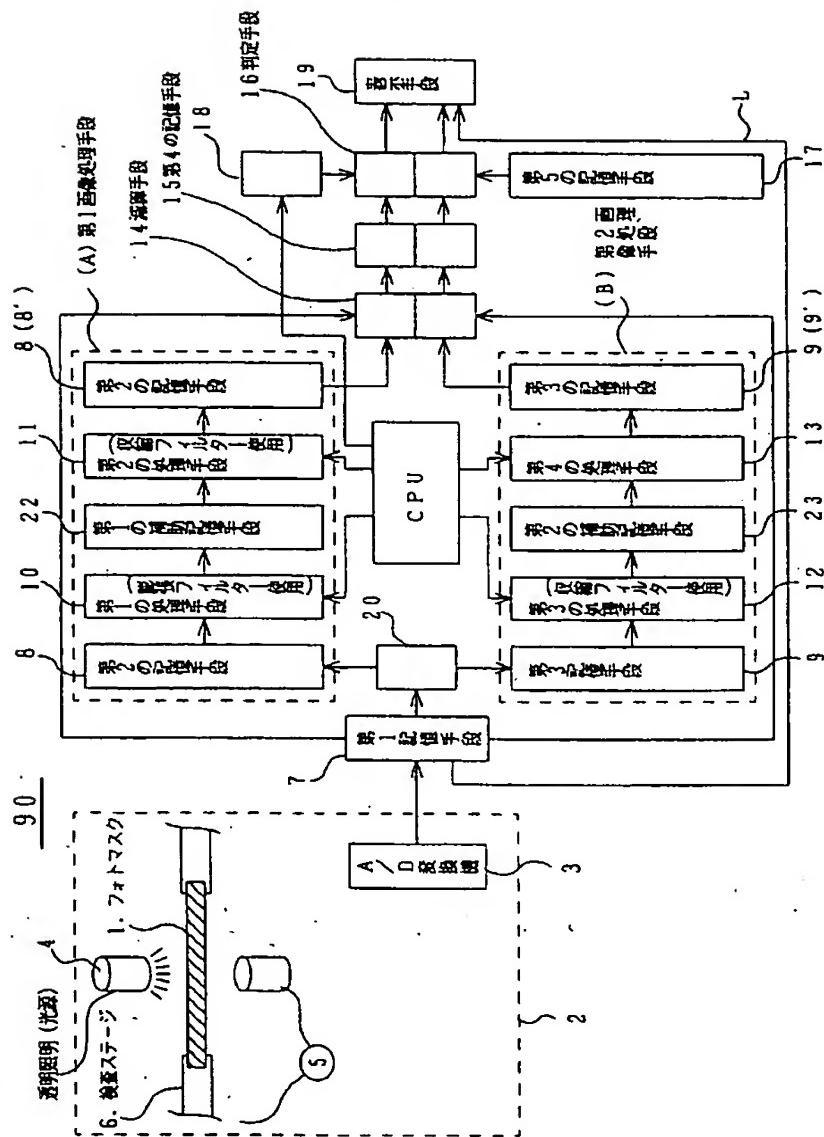
【図8】



【図10】



【図11】



## [手続補正書]

[提出日] 平成11年3月1日

## [手続補正1]

[補正対象書類名] 明細書

[補正対象項目名] 0064

[補正方法] 変更

## [補正内容]

[0064] 又、当該読み出された差分値データの位置

データが、当該除外すべき画素位置に該当しない場合は、ステップ(S10)に於いて当該差分値データは保持される。次いで、ステップ(S11)に於いて、当該読み出された被検査画像の差分値データは、最後のものか否かが判断され、NOであれば、ステップ(S12)に移り、次の差分値データを選択してその位置データを1だけ歩進させ(X<sub>i</sub>、Y<sub>i</sub>で、i = i + 1、但しXが

読み出す最後のX位置であれば、 $i = n$ 、 $j = j + 1$ 、ステップ(S8)に戻り上記の操作が繰り返される。

【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正内容】

【図2】

【手続補正3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図10

【補正方法】変更

【補正内容】

【図10】

$P(x-1, r-1)$	$P(x, r-1)$	$P(x+1, r-1)$
$P(x-1, r)$	$P(x, r)$	$P(x+1, r)$
$P(x-1, r+1)$	$P(x, r+1)$	$P(x+1, r+1)$

21

$P(x+1, r+1)$ は項度値  $(L, J) = -1, 0, 0$   
膨張フィルタ:  $P(x, r) = \max_{\substack{L \\ J}} \begin{cases} -1 & (P(x+1, r+1)) \\ 0 & (P(x+1, r)) \\ 1 & (P(x+1, r-1)) \end{cases}$   
収縮フィルタ:  $P(x, r) = \min_{\substack{L \\ J}} \begin{cases} 0 & (P(x+1, r+1)) \\ 1 & (P(x+1, r)) \\ -1 & (P(x+1, r-1)) \end{cases}$

